

# TEKNOLOGI OSMOSIS BALIKAN : TEORI DAN PENGGUNAANNYA

oleh

Badrulhisham Abdul Aziz, Onn Hassan dan Mohd Rasid Othman, Jabatan Kejuruteraan Kimia.

## ABSTRAK

*Kertaskerja ini membincangkan secara am teknologi Osmosis Balikan (OB) yang akan merangkumi konsep operasi dan penggunaannya di dalam industri. Kebaikan-kebaikan dan beberapa contoh penggunaan OB di dalam industri juga diketengahkan.*

## 1. PENDAHULUAN

Sejak beberapa tahun kebelakangan ini, teknologi Osmosis Balikan (OB) semakin mendapat perhatian sebagai salah satu dari unit operasi yang mempunyai banyak penggunaan di dalam industri. Jadual 1 di bawah ini menunjukkan penggunaan teknologi OB di dalam industri.

Jadual 1 : Beberapa penggunaan teknologi OB di dalam industri.

INDUSTRI	PENGGUNAAN
MAKANAN	1. Protein dari dadih keju 2. Pemekatan jus buah-buahan
SEMIKONDUKTOR	1. Penghasilan Air Proses Tulen
BEKALAN DAN RAWATAN AIR	1. Penyahgaraman Air Laut 2. Penghasilan Air Minuman dari Air Telaga 3. Rawatan Air Sisa Loji untuk dikitar semula sebagai air proses
KAWALAN PENCEMARAN	1. Pengasingan bahan seperti kromat dan sulfat dari aliran sisa buangan 2. Penyarian logam berharga dari aliran sisa buangan
FARMASI DAN DADAH	1. Pemekatan hasil farmasi 2. Pemekatan hasil dadah dan hasil biologi

Teknologi OB biasanya dipilih untuk digunakan di dalam industri dari beberapa alternatif yang lain berdasarkan kepada rekabentuknya dan operasi yang mudah, keperluan tenaga yang rendah dan lain-lain. Jadual 2 menunjukkan beberapa kebaikan teknologi OB.

Jadual 2 : Kebaikan Teknologi OB

1. Keupayaan tenaga yang tinggi. Secara amnya OB boleh mengasingkan 100 - 200 kg air per Kw tenaga.
2. Kos yang rendah. Kos yang rendah untuk memekatkan larutan-larutan cair sehingga 30 % jumlah pelarut (T.S.)
3. Kemudahan Operasian. Cecair dipam di atas permukaan membran. Larutan tulen akan melepasi membran sementara larutan pekat akan tinggal.
4. Kos pemasangan yang rendah. Biasanya boleh diletakkan ke dalam bangunan yang sedia ada.
5. Kapasiti yang luas. Tidak perlu menyediakan pengewap yang baru atau stim untuk kapasiti yang luas.

6. Mengurangkan kos pengangkutan. Pra-pemekatan dengan OB berhubungkait dengan pengangkutan untuk mengurangkan kos pemprosesan utama.
7. Mudah dipasang. Di dalam waktu pemasangan hanya sedikit unit-unit yang padat untuk pra-penyusunan dan pra-ujian diperlukan.
8. Rekabentuk modular. Dengan mudah boleh mempertingkatkan hasil keluaran.

## 2.0 LATARBELAKANG DAN TEORI AM

### 2.1 LATARBELAKANG

Osmosis merupakan satu proses semulajadi di mana air tulen mengalir menerusi selaput membran dari satu larutan yang cair ke satu larutan yang pekat. Fenomena ini ditemui oleh Abbe' Nollet pada tahun 1748 di mana dalam ujikaji yang dilakukannya, dia mendapati air akan meresap melalui pundi kencing babi yang digunakan sebagai selaput ke dalam alkohol. Hampir 100 tahun selepas penemuan ini, sejenis selaput yang dibuat dari kuprum ferosinida digunakan dengan jayanya di dalam beberapa ujikaji dengan sukrosa dan lain-lain larutan.

Pada sekitar awal 1950, keperluan untuk menghasilkan air tulen untuk proses dan bekalan telah membuka jalan kepada proses OB sebagai salah satu alternatif yang baik.

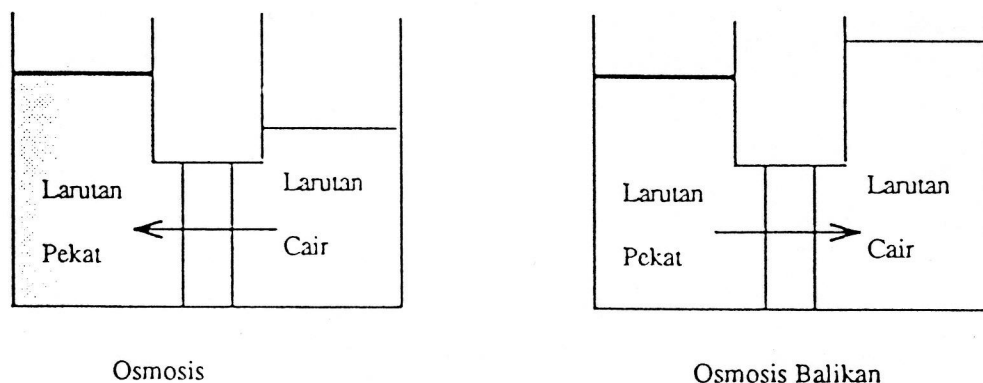
### 2.2 TEORI AM

Penurasan Ultra dan Osmosis Balikan merupakan proses penurasan yang terpilih bagi sistem pemisahan yang mana carakera proses-proses ini melibatkan pemecahan, penulenan, pemekatan atau penyahair dari aliran cecair tanpa perubahan fasa kepada bahan yang dipisahkan. Membran Penurasan Ultra akan menahan zarah terampai, emulsi minyak, koloid, dan molekul makro yang terlarut, sementara yang melalui atau terlepas menerusi membran adalah gula terlarut, bahan bukan organik, pelarut dan air.

Keadaan yang berlainan yang berlaku pada sistem Osmosis Balikan di mana membran Osmosis Balikan akan menahan garam dan gula terlarut, dan yang menerusi membran hanyalah air sahaja.

## 3.0 PRINSIP ASAS BAGI OSMOSIS BALIKAN

Rajah 1 menunjukkan gambarajah skematik bagi proses Osmosis Balikan. Bermula dari dua bahagian, satu bahagian mengandungi satu larutan pekat dan satu lagi larutan cair atau air tulen. Dengan meletakkan satu membran separuh telap di antara kedua-dua larutan, yang mana akan membenarkan air mengalir melepasi atau menerusi membran tersebut tetapi tidak bagi bahan tidak larut di dalam larutan pekat. Secara semulajadi, ia akan cuba membuat kedua-dua belah bahagian itu seimbang. Hanya satu cara yang dapat dilakukan iaitu memberikan aliran air menerusi membran dari satu belah ke sebelah yang satu lagi. Dengan itu sistem akan membentuk satu aliran air, osmosis dan melalui membran. Keadaan ini berlaku apabila tekanan dari luar dikenakan ke atas bahagian yang berpekatan tinggi, aliran osmotik akan bertindak berlawanan. Beginilah timbulnya nama Osmosis Balikan.



Rajah 1 : Rajah skematik Proses Osmosis Balikan

#### 4.0 PENGGUNAAN OB DALAM INDUSTRI

Penggunaan OB dalam industri boleh dikelaskan sebagai satu proses rawatan air. Proses rawatan air ini termasuklah penyahgaraman air laut, penghasilan ketulenan air yang tinggi (8 meg ohm-gm kualiti air), penghasilan air suapan pemanas dan rawatan air hasil bawahan turus penyejuk.

Jenis membran dan modul selalunya adalah dari jenis modul poliamid siratan berlubang (hollow fibre). Ini adalah jenis membran yang selalu digunakan kerana ia mempunyai jangkamasa yang lama untuk penggunaan di dalam rawatan air. Modul ini boleh menyahgaram air payau (5000 ppm jumlah pelarut yang larut (TDS) dengan penggunaan tenaga sebanyak 2-6 kw-jam per m<sup>3</sup> dari penghasilan air). Ianya boleh menyahgaram 35,000 ppm TDS air laut untuk lebih kurang 20 - 25 kw-jam per m<sup>3</sup> dari hasil air.

Pra-rawatan ini adalah penting untuk mengekalkan penghasilan modul ini. Pra-rawatan ini juga meliputi media penurasan, penambahan bahan kimia, kadar penggunaan ultraungu. Baru-baru ini, ultrapenurasan (UP) telah terbukti berkesan di dalam menjalankan tugas yang disebutkan sebelum ini. UP gegelung telah terbukti berkesan dan ekonomik untuk mengawal penghasilan modul siratan berlubang.

Terdapat banyak kegunaan lain OB selain dari penghasilan air seperti penyahair sebagai satu bahagian peralatan pengewapan atau peningkatan. Walau bagaimana pun, kebanyakan aliran seperti penyahair likor palpa adalah sukar untuk dilakukan (pH yang terlalu tinggi atau rendah, suhu yang tinggi) dan secara amnya penggunaanya masih pada tahap awal.

#### 4.1 PENGGUNAAN OB DALAM INDUSTRI DADIH

Dadih mungkin merupakan makanan klasik yang mempunyai hubungkait dengan penggunaan OB. Terdapat lebih 100 sistem bertiub OB penyahair dadih. Baru-baru ini modul 'narrow-channel spiral' telah diuji, tetapi ianya belum dibuat secara teknikal. Modul bertiub memerlukan tenaga yang lebih daripada modul gegelung, menghasilkan 250 liter/kw-jam dibandingkan kepada 320 liter/kw-jam untuk gegelung. Kos kapital adalah rendah untuk modul gegelung padat. Tambahan pula, membran yang nipis untuk modul gegelung adalah lebih baik dari susunatur bertiub untuk komposisi baru.

Membran baru ini adalah tahan untuk pencucian klorin (50 - 100 ppm) dan akan memberikan ketahanan modul yang lama. Modul selulos bertiub menyediakan masa ketahanan lebih kurang 6 - 9 bulan sementara membran tidak-selulos tahan lebih setahun.

#### 4.2 PEMEKATAN JUS BUAH-BUAHAN

Sistem membran OB boleh memekatkan jus buah-buahan kepada 25-30% dari jumlah pepejal. Modul bertiub OB secara amnya sesuai untuk pemekatan jus yang tidak jernih, seperti jus oren dan tomato. Modul 'narrow-channel' OB adalah sesuai untuk jus buah-buahan yang jernih seperti jus epal dan anggur.

OB adalah berkesan jika dibandingkan dengan pengewapan untuk keupayaan yang kecil pemprosesan jus. Penjimatan penggunaan sum hanya untuk satu dan dua kesan pengewapan adalah selalunya dikira berkesan. Lanjutan di dalam pengeluaran membran tidak-selulos adalah terutamanya difikirkan untuk penggunaan ini di mana ianya menyediakan masa yang lama untuk ketahanan membran ini, membran selulos pula untuk pengewapan secara tradisi.

#### 4.3 PENGGUNAAN OB DALAM MAKANAN DAN PEMBENTUKAN SUSU

Penggunaan OB dalam industri makanan dan penghasilan barang-barang dari susu yang bersangkut-paut dengan penyahair aliran cecair adalah lebih baik dari pengewapan lazim. Dengan keupayaan menyahair antara 20 - 30% T. S. bergantung kepada suapan, OB memberikan kadar penjimatan yang tinggi berbanding dengan kaedah pengewapan lazim yang sememangnya mahal dan jelas menyebabkan berlaku perubahan fasa di mana 50 - 70% dari air dikeluarkan.

Dengan peningkatan dan perkembangan yang cepat terhadap pembinaan membran dan modul, OB menjadi bertambah berguna dan mudah di dapai dalam industri makanan dan pembentukan susu pada masa kini.

## 5.0 KESIMPULAN

Kajian ini mendapati hanya sebilangan kecil sahaja industri menggunakan ultrapenurasan dan OB. Kebanyakan perhatian diberikan kepada penggunaan secara menyeluruh tetapi bilangannya semakin bertambah. Jadual 3 menunjukkan lakaran perbandingan antara tenaga yang diperlukan untuk proses membran. Julat tenaga yang diperlukan menunjuk kestabilan teknologi ini untuk memenuhi permintaan berbagai industri.

Perkembangan yang selanjutnya ialah di mana kajian perlu dilakukan terhadap pembinaan dan pembuatan serta perkembangan membran dan modulnya, seperti fluks yang tinggi (produktiviti yang tinggi); sistem penahanan membran yang baik (hasil yang lebih baik), memperbaiki keadaan fizikal (masa ketahanan modul yang lama) dan menyenaraikan tugas pemisahan di mana membran menjadi lebih tahan. Teknologi membran pasti akan menjadi lebih berguna dan diperlukan di masa hadapan di dalam perindustrian pemprosesan cecair.

Jadual 3 : Lakaran Perbandingan Tenaga Yang Diperlukan Untuk Proses Membran

Penggunaan	Membran/Modul	Jumlah Akhir Pepejal (g/l)	Isipadu Cecair Telapan yang Diserap (Kw-jam)
Penghasilan semula 'electrocoat paint'	UP/Bertiub	200	125
	UP/Gegulung	200	465
Pemecahan emulsi berminyak bagi rawatan sisa buangan	UP/Bertiub	500	110
Penyahgaraman air laut	OB/Siratan berlubang	0.5	50
Pemekatan dadih (3 x pemekatan)	OB/Bertiub	250	150*
	OB/Gegulung	250	320*

\* per liter suapan